

有効視野計測による横目観察における視覚処理の変容の検討

中島 亮一

東京大学

同じ位置を注視していても、頭部方向正面で見るか、横目で見るかにより、視覚処理が変容する (Nakashima & Shioiri, 2015)。具体的には、頭部正面方向において視覚処理が促進される。本研究では、横目で注視点を見ている時の、中心視、周辺視における視覚処理について検討した。実験では、注視点位置に呈示されるTの文字の向き判断と、周辺視野に呈示されるドットの検出を同時に行う、二重課題の有効視野課題を行った。また、注視点に対する頭部方向(身体と同一方向であった)を、正面・左右と操作した。注視点の左または右にドットが出現した場合のドット検出率の差分を左バイアスという指標とし(左バイアスが正の値=左にドットが出現したときの検出成績が高い)、頭部方向条件間で比較した。その結果、左バイアスは、頭部方向が左、正面、右の順に大きかった。同様に下バイアスも比較したが、頭部方向条件間に違いは見られなかった。よって、横目観察時には、水平方向において、有効視野が頭部正面側に偏って広がっていることが示唆された。

Keywords: Visual attention, Useful field of view, Head direction

問題・目的

人間は、視線を対象に向け、その対象についての詳細な視覚情報処理を行う。視線の向け方には、いくつかの種類がある。例えば、眼球だけを対象に向ける場合、あるいは頭部ごと対象に向ける場合等がある。自分の正面から離れた位置に存在する対象を観察する際、人間は横目観察を好まず、頭部を対象へ向けやすいことも知られている(e.g., Stahl, 1999)。その理由について、主に身体運動制御の観点から検討がされてきた。その結果、頭部という重い部位を動かす負荷と、眼球方向を横目状態で正確に維持する負荷のバランスをとることで、最適な頭部と眼球方向が決まることが明らかになっている。さらに、視覚的認知の観点からも、近年、同じ位置に視線を向けていたとしても、頭部がどこを向いているかによって、視覚処理が異なることが分かってきた(Nakashima & Shioiri, 2015)。具体的には、頭部が対象の方向を向いていると、つまり頭部正面で対象を捉えていると、その対象の視覚処理が促進される。つまり、視覚的認知において、視線位置だけでなく頭部方向(あるいは身体方向)も考慮する必要がある。

頭部方向と視覚的認知の関係は、日常場面の認知を考える際に非常に重要であるが、いまだ研究が少なく、多くのことが未解明である。本研究では、頭部方向と眼球方向がずれている場合(横目観察:本研究では、日常場面において頻度の高い水平方向の横目観察に焦点を当てる)において、注視位置・頭部方向が視覚処理にどのように影響を与えるかを検討した。具体的には、横目観察状況において、中心視と周辺視における視覚処理がどのように変化するか(視覚的注意の空間的な広がり)を調べた。視力や視覚感度は中心視と比べ周辺視で低下するため、頭部方向は、周辺視における視覚処理により大きな影響を与える可能性がある。実験では、中心視野と周辺視野に同時に視覚刺激を呈示し、両者の検出課題を同時に行う二重課題の有効視野計測を行った。中心視課題を課す

ことにより、視線方向を固定させ、その上で周辺視野における視覚処理を比較した。

実験

方法

実験参加者 20名の正常な視力を有する大学生(19-22歳、女性9名)が参加した。

実験刺激・装置・手続き 実験は暗室で行われた。実験参加者は、画面から45cm離れた位置から画面(27インチ液晶モニター)を観察した。その際、参加者の頭部方向と観察距離はアゴ台により固定された。反応には、テンキーパッドとマウスを使用した。

1試行の流れは以下の通りであった。画面中央の注視領域を注視した状態で、キー押しによって試行が開始された。キー押し後1000 ms経過すると、画面中心部に上下左右のいずれかを向いたTの文字(視角1.0度×1.0度)が呈示された。それと同時に、上下左右方向いずれかの位置に黒い点(視角1.0度×1.0度)が呈示された。黒点の呈示位置(偏心度)は、注視位置から5度、10度、15度、20度離れた位置のいずれかであった。刺激画面(Figure 1)が50 ms呈示された後、200 ms間のマスク画面を挟み、回答画面が呈示された。まず参加者は、16箇所の点の中から、黒点が呈示された位置を選択し、マウスクリックにより回答した。その後、Tの向きをキー押しによって答えた。回答はなるべく正確に行うように教示した。

頭部方向(正面・左右)をブロック間で操作した。頭部正面条件では、参加者の頭部は画面中央に向いていた。頭部左(右)条件では、参加者は身体ごと頭部を左(右)に15度の方向に向け、その方向をアゴ台で固定した。この条件では、参加者は注視領域を横目で観察した。横目状態維持による疲労の効果を抑えるため、試行間では注視領域を見る必要はないと教示された。1ブロックは、4(Tの向き)×16(黒点の位置)=64試行であった。これを3頭部方向×3回繰り返して9ブロックをランダムな順序で実施した。

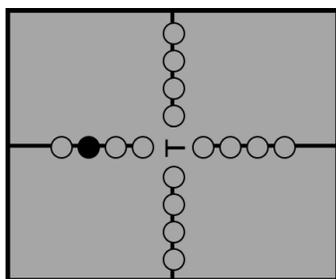


Figure 1. Examples of the stimulus display in this study. Participants were asked to localize the peripheral dot (15 degrees, left) and to identify the orientation of the central target “T” (right) simultaneously.

結果

中心視課題の正答率は非常に高かったため、実験参加者は全条件で注視領域を見ていたとみなした。また、頭部方向条件による違いは見られなかった(左:97.4±0.5%, 正面:97.2±0.7%, 右:97.5±0.5%, $F(2, 38) = 0.13, p = .88$)。つまり、本実験において、中心視における視覚処理に対する頭部方向の影響は見られなかった。

周辺視課題において、頭部正面条件であっても、参加者ごとに黒点の左右位置における成績に違いがあった。これは、各個人に潜在的な視覚処理の左右バイアスが存在することを示唆する。そこで、周辺視課題の分析にあたり、各偏心度ごとに黒点が左側に出た場合の正答率から右側に出た場合の正答率を引くことで、左バイアスという指標を作成した。同様の方法で、下バイアスという指標も作成した。Table 1に結果をまとめたものを示す。

左バイアスに対する分散分析の結果、頭部方向と偏心度の交互作用が有意となった [$F(6, 114) = 6.18, p < .001$]。注視領域から最も遠い位置条件(20度)では、左バイアスは頭部正面と比べ、頭部左では大きく、頭部右では小さかった [$ps < .03$]。つまり、頭部が左側を向いている場合に、左側に黒点が呈示されると検出率が高い。一方、それ以外の偏心度条件では、左バイアスの頭部方向間の差は有意に達しなかった [$ps > .18$]。下バイアスに関して同様の分析を行ったところ、統計的に有意な効果は見られなかった [$F_s < 1.57, ps > .16$]。

以上の結果より、横目観察時には、水平方向においてのみ、有効視野(視覚的注意の空間的な広がり)が、頭部正面側に偏って広がっていることが示された。

考察

横目観察における頭部方向の視覚処理に与える影響は、視野内の注視位置から遠い位置においてのみ顕著であった。本実験では、中心視課題では頭部方向の影響が見られなかったが、これは課題の難易度による可能性がある。Nakashima & Shioiri (2014) では、認知負荷の高い場合には中心視課題でも横目観察による成績の低下が示さ

れているため、影響がまったくないというより、非常に小さいと考えるほうが妥当であろう。

また、Nakashima & Shioiri (2015) とは異なり、本実験では、横目観察における頭部正面(偏心度15度)ではなく、より遠く(偏心度20度)の位置において頭部方向の影響が見られた。この理由としては、標的出現位置に対する期待の影響が考えられる。Nakashima & Shioiri (2015) では、標的刺激が出現する位置が固定されていた。つまり、注意をその位置に向けることが適応的であった。それに対し、本実験では標的は各偏心度の位置に等確率で出現した。そのため、ある特定の位置に局所的に注意を向けることは適応的ではなかった。このことから、横目観察における頭部方向の影響とは、頭部正面方向に注意を向けやすくするわけではなく、頭部正面寄りに注意をバイアスさせることだと考えられる。

以上より、視覚的認知(特に視覚的注意の位置)は、注視位置によって影響を受けるだけでなく、視力が低下する周辺視においては頭部方向の影響も受けることが示された。また、頭部と眼球のずれの方向によって、視覚的注意がバイアスされる方向も規定されることも示された。つまり、視覚的注意の向く位置は、第一に注視位置、第二に頭部方向によって決まる。

Table 1. 各条件における周辺視課題のバイアス指標 (a) 左バイアス

頭部方向	左	正面	右
偏心度			
5度	-0.5 ± 2.0	-0.9 ± 0.9	-0.9 ± 1.1
10度	-1.8 ± 3.8	-0.9 ± 3.8	-4.8 ± 3.3
15度	3.1 ± 3.6	-1.2 ± 2.7	-4.7 ± 3.0
20度	22.5 ± 5.4	6.5 ± 5.4	-3.0 ± 5.4

(b) 下バイアス

頭部方向	左	正面	右
偏心度			
5度	-1.3 ± 3.5	-0.6 ± 3.4	-6.9 ± 2.8
10度	4.8 ± 7.5	-4.4 ± 4.9	-5.1 ± 6.6
15度	-7.1 ± 7.5	4.7 ± 9.7	-6.9 ± 2.8
20度	6.9 ± 6.9	2.5 ± 7.7	8.3 ± 9.1

Note: 平均値 ± 標準誤差

引用文献

Nakashima, R., & Shioiri, S. (2014). *PLoS ONE*, 9(3): e92284.
 Nakashima, R., & Shioiri, S. (2015). *PLoS ONE*, 10(4): e0124367.
 Stahl, J. S. (1999). *Experimental Brain Research*, 126, 41-54.